



本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-337058

出 願 人

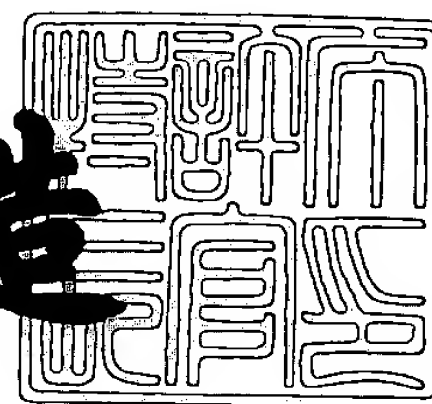
Applicant(s):

株式会社ニコン
株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070864

【書類名】 特許願

【整理番号】 002091

【提出日】 平成12年11月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 23/225

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 荏原マイスター株式
 会社内

 【氏名】 中筋 護

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 野路 伸治

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 佐竹 徹

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

 【識別番号】 000000239

 【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

 【識別番号】 100089705

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2
 0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100091063

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 英夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100096068

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 住江

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010958

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 E × B 分離器及び該分離器を用いた半導体ウエハの検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光軸に直交する電界及び磁界を生成し、進行方向の異なる少なくとも 2 つの電子ビームを分離するための E × B 分離器において、

電界を生成するための一对の平行な平板状の電極であって、電極相互の間隔が電界と直交する電極の長さよりも短く設定されている電極を備えた静電偏向器と

該静電偏向器と反対方向に電子ビームを偏向させるトロイダル型又はサドル型の電磁偏向器と

を備えていることを特徴とする E × B 分離器。

【請求項 2】 光軸に直交する電界及び磁界を生成し、進行方向の異なる少なくとも 2 つの電子ビームを分離するための E × B 分離器において、

電界を生成するための少なくとも 6 極の電極を有し、回転可能な電界を生成する静電偏向器と、

該静電偏向器と反対方向に電子ビームを偏向させるトロイダル型又はサドル型の電磁偏向器と

を備えていることを特徴とする E × B 分離器。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の E × B 分離器において、トロイダル型又はサドル型の電磁偏向器は、電界及び磁界の両方向の磁界を発生させる 2 組の電磁コイルを有し、これら 2 組のコイルに流す電流比を調整することにより、電磁偏向器による偏向方向が、静電偏向器による偏向方向と反対となるように調整可能に構成されていることを特徴とする E × B 分離器。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 いずれかに記載の E × B 分離器において、サドル型又はトロイダル型の電磁偏向器の内部に、静電偏向器が配置されていることを特徴とする E × B 分離器。

【請求項 5】 複数の 1 次電子ビームを半導体ウエハに照射して該ウエハからの 2 次電子ビームを複数の検出器で検出して画像データを得ることにより、半導体ウエハの加工状態を評価する検査装置において、1 次電子ビームと 2 次電子ビー

ムとの分離用に、請求項 1 ～ 4 いずれかに記載された E × B 分離器を用いたことを特徴とする検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の技術分野】

本発明は、E × B 分離器及び該 E × B 分離器を用いた半導体ウエハの検査装置に関する。より詳細には、一様な磁界強度及び一様な電界強度が得られる光軸の周りの領域が大きくできるようにした E × B 分離器、及び、該 E × B 分離器を用いて、半導体ウエハの欠陥検査、パターン線幅測定、パターン重ね合わせ精度測定、あるいは、高時間分解能の電位測定等を、高スループットでかつ高信頼性で行うことができるようにした検査装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、電場と磁場とを直交させた直交フィールドにおいて、電場及び磁場それぞれに直交する方向に荷電粒子を直進させることによって、エネルギー分析を行う E × B 型エネルギー・フィルタが知られている。このフィルタは、電子線の電場による偏向作用を磁場による電子線の偏向作用によって打ち消すことによって、電子線中の特定のエネルギーを持った荷電電子のみを直進させるようにしている。

このような E × B 型エネルギー・フィルタとして、図 4 に示した構成が提案されている。図 4 において、1 及び 1' はアース電位に保持されている磁極片、2 及び 2' は電極である。電極 2 には電圧 + V が印加され、電極 2' には電圧 - V が印加され、これら電圧は絶対値が等しくかつ可変である。荷電電子は、電場及び磁場の双方に直交する方向、すなわち図表面に垂直方向に直進する。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 4 に示した構成を有する従来例の E × B 型エネルギー・フィルタを、半導体ウエハを電子ビームを用いて画像データを得ることにより評価する検査装置の E × B 分離器として用いても、1 次電子ビームが実質的に収差を生じないで直進する光軸の周りの領域は、あまり広くない。

この理由の1つは、従来の $E \times B$ エネルギー・フィルタの構造が複雑であり、対称性が十分に良好ではないことである。すなわち、対称性が良くないため、収差を計算しようとする、3次元の電場解析や3次元の磁場解析を必要として、計算が複雑になる。よって、収差が最適になるように設計しようとしても、長時間を要する。

別の理由は、従来の $E \times B$ エネルギー・フィルタにおいて、電界及び磁界が光軸に直交しておりかつこれらの強度分布がほぼ一様である領域が、狭いことである。

【0004】

本発明は、このような従来例の問題点に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、構造が簡単で収差計算が容易にでき、しかも、磁界及び電界の強度が一様な光軸周囲の領域が大きい $E \times B$ 分離器を提供することである。

本発明の第2の目的は、第1の目的を達成する $E \times B$ 分離器を用いた電子線装置、及び該電子線装置を用いて半導体ウエハの評価を行うことを含んだ半導体デバイス製造方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記した第1の目的を達成するために、本発明に係る、光軸に直交する電界及び磁界を生成し、進行方向の異なる少なくとも2つの電子ビームを分離するための $E \times B$ 分離器においては、

電界を生成するための一対の平行な平板状の電極であって、電極相互の間隔が電界と直交する電極の長さよりも短く設定されている電極を備えた静電偏向器と

該静電偏向器と反対方向に電子ビームを偏向させるトロイダル型又はサドル型の電磁偏向器とを備えていることを特徴としている。

【0006】

また、上記した $E \times B$ 分離器において、静電偏向器を、電界を生成するための少なくとも6極の電極を有し、回転可能な電界を生成するように構成しても良い

さらに、上記した $E \times B$ 分離器において、トロイダル型又はサドル型の電磁偏向器は、電界及び磁界の両方向の磁界を発生させる 2 組の電磁コイルを有し、これら 2 組のコイルに流す電流比を調整することにより、電磁偏向器による偏向方向が、静電偏向器による偏向方向と反対となるように調整可能に構成することが好ましい。

さらにまた、上記した $E \times B$ 分離器において、サドル型又はトロイダル型の電磁偏向器の内部に、静電偏向器を配置することが好ましく、これにより、電磁偏向器を 2 分割状態に形成し、これらを静電偏向器の外周に装着し一体化することができ、よって、 $E \times B$ 分離器の製造が容易になる。

【0007】

本発明はまた、複数の 1 次電子ビームを半導体ウエハに照射して該ウエハからの 2 次電子ビームを複数の検出器で検出して画像データを得ることにより、半導体ウエハの加工状態を評価する検査装置において、1 次電子ビームと 2 次電子ビームとの分離用に、上記した $E \times B$ 分離器を用いた検査装置も提供する。

【0008】

【発明の実施の態様】

図 1 は、本発明の第 1 の実施例の $E \times B$ 分離器を示している。該分離器は、静電偏向器と電磁偏向器とにより構成されており、図 1 においては、光軸（図面に垂直な軸： z 軸）に直交する $x-y$ 平面上の断面図として示されている。 x 軸方向及び y 軸方向も直交している。

静電偏向器は、真空容器中に設けられた一対の電極（静電偏向電極）1 を備え、 x 軸方向に電界を生成する。これら静電偏向電極 1 は、絶縁スペーサ 2 を介して真空容器の真空壁 3 に取り付けられており、これらの電極間距離 D は、静電偏向電極 1 の y 軸方向の長さ $2L$ よりも小さく設定されている。このような設定により、 z 軸の周りの形成される電界強度が一様な範囲を比較的大きくすることができるが、理想的には、 $D < L$ であれば、電界強度が一様な範囲をより大きくすることができる。

【0009】

すなわち、電極の端縁から $D/2$ の範囲は、電界強度が一様ではないため、電界強度がほぼ一様な領域は、一様ではない端部領域を除いた中心部の $2L - D$ の領域となる。このため、電界強度が一様な領域が存在するためには、 $2L > D$ とする必要があり、さらに、 $L > D$ と設定することにより、電界強度が一様な領域がより大きくなる。

【0010】

真空壁 3 の外側には、 y 軸方向に磁界を生成するための電磁偏向器が設けられている。該電磁偏向器は、電磁コイル 4 及び電磁コイル 5 を備え、これらコイルはそれぞれ、 x 軸方向及び y 軸方向に磁界を生成する。なお、コイル 5 だけでも y 軸方向の磁界を生成できるが、電界と磁界との直交度を向上させるために、 x 軸方向に磁界を生成するコイル 4 を設けている。すなわち、コイル 4 によって生成された $-x$ 軸方向の磁界成分によって、コイル 5 によって生成された $+x$ 軸方向を打ち消すことによって、電界と磁界との直交度を良好にすることができる。

【0011】

これら磁界生成用のコイル 4 及び 5 は、真空容器の外に設けるため、それぞれを 2 分割して構成し、真空壁 3 の両側から取り付け、部分 7 においてネジ止め等により締め付けて一体化すればよい。

$E \times B$ 分離器の最外層 6 は、パーマロイあるいはフェライト製のヨークとして構成する。該最外層 6 は、コイル 4 及び 5 と同様に、2 分割して両側からコイル 5 の外周に取り付けて、部分 7 においてネジ止め等により一体化してもよい。

【0012】

図 2 は、本発明の第 2 の実施例の $E \times B$ 分離器の光軸 (z 軸) に直交する断面図を示している。この第 2 の実施例においては、静電偏向電極 1 は 6 極設けられている点が、図 1 に示した第 1 の実施例と相違している。これら静電偏向電極 1 には、それぞれの電極の中央と光軸 (z 軸) とを結んだ線と電界の方向 (x 軸方向) との角度を θ_i ($i = 0, 1, 2, 3, 4, 5$) としたときに、 $\cos \theta_i$ に比例する電圧 $k \cdot \cos \theta_i$ (k は定数) が供給される。ただし、 θ_i は、任意の角度である。

【0013】

図 2 に示した第 2 の実施例においても、第 1 の実施例と同様に、 x 軸方向の電界しか作れないので、 x 及び y 軸方向の磁界を生成するコイル 4 及び 5 を設け、直交度の修正を行う。

第 2 の実施例によれば、図 1 に示した第 1 の実施例に比べて、電界強度が一樣な領域をさらに大きくすることができる。

図 1 及び図 2 に示した第 1 及び第 2 の実施例においては、磁界を生成するためのコイルをサドル型に形成しているが、トロイダル型のコイルを用いてもよい。

【0014】

図 3 の (A) は、上記した本発明の $E \times B$ 分離器を 1 次電子ビームと 2 次電子ビームとを分離するために採用可能な欠陥検出装置の概略図である。図において、電子銃 21 から放出された電子ビームは、コンデンサ・レンズ 22 によって集束されて、点 24 においてクロスオーバを形成する。

コンデンサ・レンズ 22 の下方には、複数の開口を有する第 1 のマルチ開口板 23 が配置され、これによって複数の 1 次電子ビームが形成される。形成された複数の 1 次電子ビームはそれぞれ、縮小レンズ 25 によって縮小されて 35 に投影される。そして、点 35 で合焦した後、対物レンズ 27 によって試料であるウエハ 28 に合焦される。第 1 のマルチ開口板 23 からの複数の 1 次電子ビームは、縮小レンズ 25 と対物レンズ 27 との間に配置された偏向器 39 により、同時にウエハ 28 面上を走査するよう偏向される。

【0015】

縮小レンズ 25 と対物レンズ 27 の像面湾曲収差が発生しないようにするために、第 1 のマルチ開口板 23 は、図 3 の (B) に示すように、円周上に小さな開口が複数配置され、その x 軸上へ投影した点は、等間隔となる構造となっている。

合焦された複数の 1 次電子ビームによって、ウエハ 28 の複数の点が照射され、該照射された複数の点から放出された 2 次電子ビームは、対物レンズ 27 の電界に引かれて細く集束され、 $E \times B$ 分離器 26 で偏向され、2 次光学系に投入される。2 次電子ビームによる像は、点 35 より対物レンズ 27 に近い点 36 に焦点を結ぶ。これは、複数の 1 次電子ビームがそれぞれウエハ 28 面上で約 500 e

Vのエネルギーを有しているのに対して、2次電子ビームは数eVのエネルギーしか有していないためである。

【0016】

2次光学系は、拡大レンズ29、30を有しており、これら拡大レンズを通過した2次電子ビームは、第2のマルチ開口板31の複数の開口に結像する。そして、これら開口を通過して、複数の検出器32で検出される。なお、検出器32の前に配置された第2のマルチ開口板31の複数の開口と、第1のマルチ開口板23の複数の開口とは、図3の(B)に示すように、1対1に対応している。

検出器32はそれぞれ、受け取った2次電子ビームを、その強度を表す電気信号へ変換する。各検出器32からの電気信号は増幅器33で増幅された後、画像処理装置34において画像データに変換される。画像処理装置34には、偏向器39からの1次電子ビームを偏向させるための走査信号も供給されており、これにより、画像処理装置34は、ウエハ28の表面の画像を表す画像データを得る。得られた画像データを標準パターンと比較することにより、ウエハ28の欠陥を検出することができ、また、レジストレーションによってウエハ28上の被評価パターンを1次光学系の光軸近傍に移動させ、ライン走査することによって線幅評価信号を取り出し、これを適宜校正することによって、ウエハ28上のパターンの線幅を測定することができる。

【0017】

なお、第1のマルチ開口板23の開口を通過した1次電子ビームをウエハ28の面上に合焦させて、ウエハ28から放出された2次電子ビーム検出用のマルチ開口板31に結像させる際、1次光学系及び2次光学系により生じる歪み、像面湾曲及び視野非点という3つの収差による影響を最小にするように、配慮した方がよい。

また、複数の1次電子ビームの照射位置間隔の最小値を、2次光学系の収差よりも大きい距離だけ離間させれば、複数のビーム間のクロストークを無くすことができる。

【0018】

【発明の効果】

本発明は以上のように構成され、第 1 の実施例の $E \times B$ 分離器においては、電界を生成する静電偏向器の一对の電極として、電極間の間隔よりも光軸に直角な方向の大きさが長く形成された平行平板型電極を用いているので、光軸の周りに一様強度で平行な電界が生成される領域が広くなる。

また、第 1 の実施例及び第 2 の実施例の $E \times B$ 分離器においては、電磁偏向器にサドル型コイルを用い、かつ光軸からコイルを見込む角度を片側で $2\pi/3$ に設定しているので 3θ 成分が生成せず、これにより、光軸の周りに一様強度で平行な磁界が生成される領域が広くなる。

【0019】

さらにまた、磁界を電磁コイルによって生成しているので、コイルに偏向電流を重畳することができ、これにより、走査機能を持たせることができる。

本発明の $E \times B$ 分離器は、静電偏向器と電磁偏向器との組み合わせとして構成されているので、静電偏向器及びレンズ系の収差を計算し、これとは別に電磁偏向器及びレンズ系の収差を計算し、これら収差を合計することにより、光学系の収差を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例に係る $E \times B$ 分離器の光軸に直交する断面図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施例に係る $E \times B$ 分離器の光軸に直交する断面図である。

【図 3】

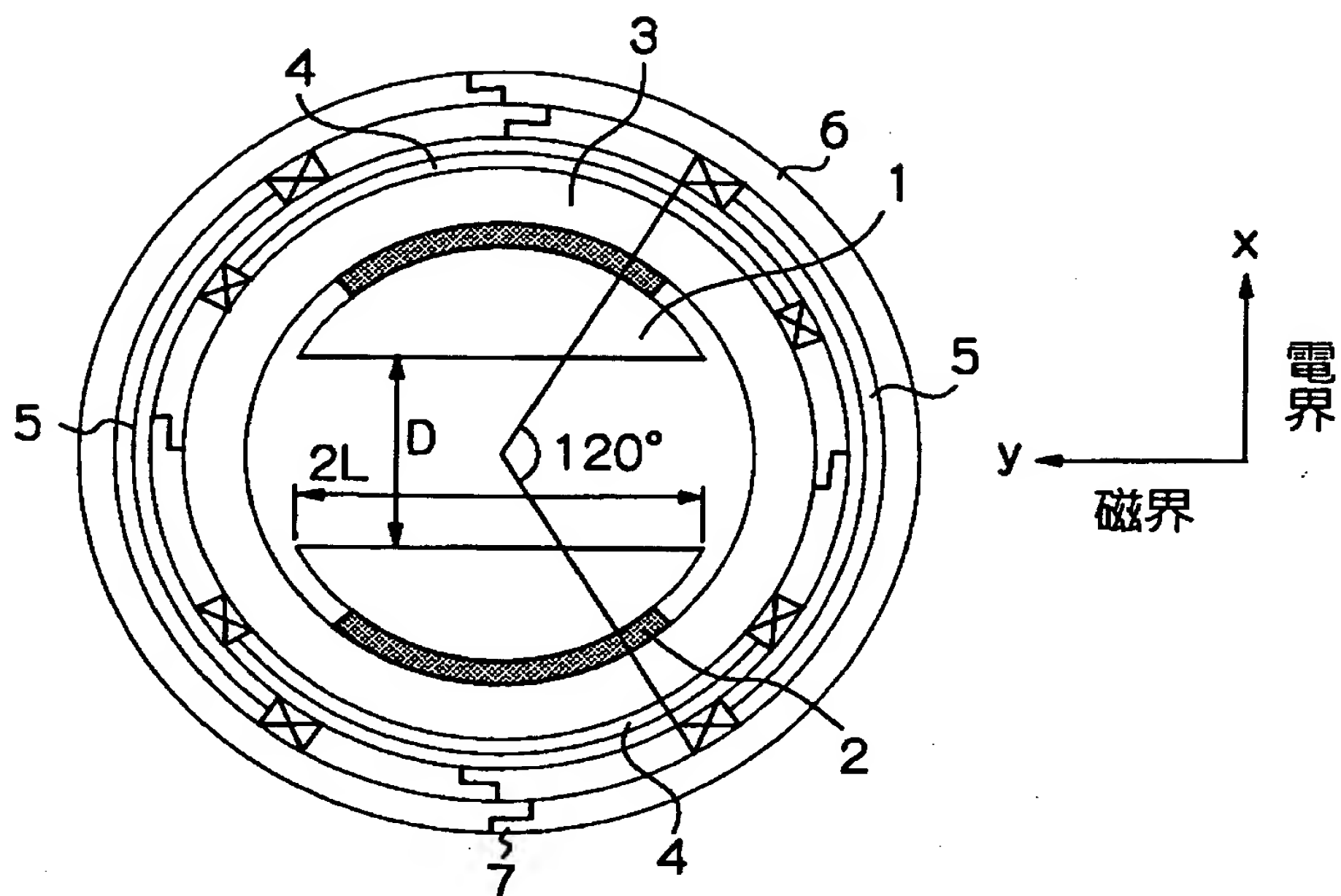
本発明の $E \times B$ 分離器を用いることが可能なウエハの欠陥検査装置を説明するための概略図である。

【図 4】

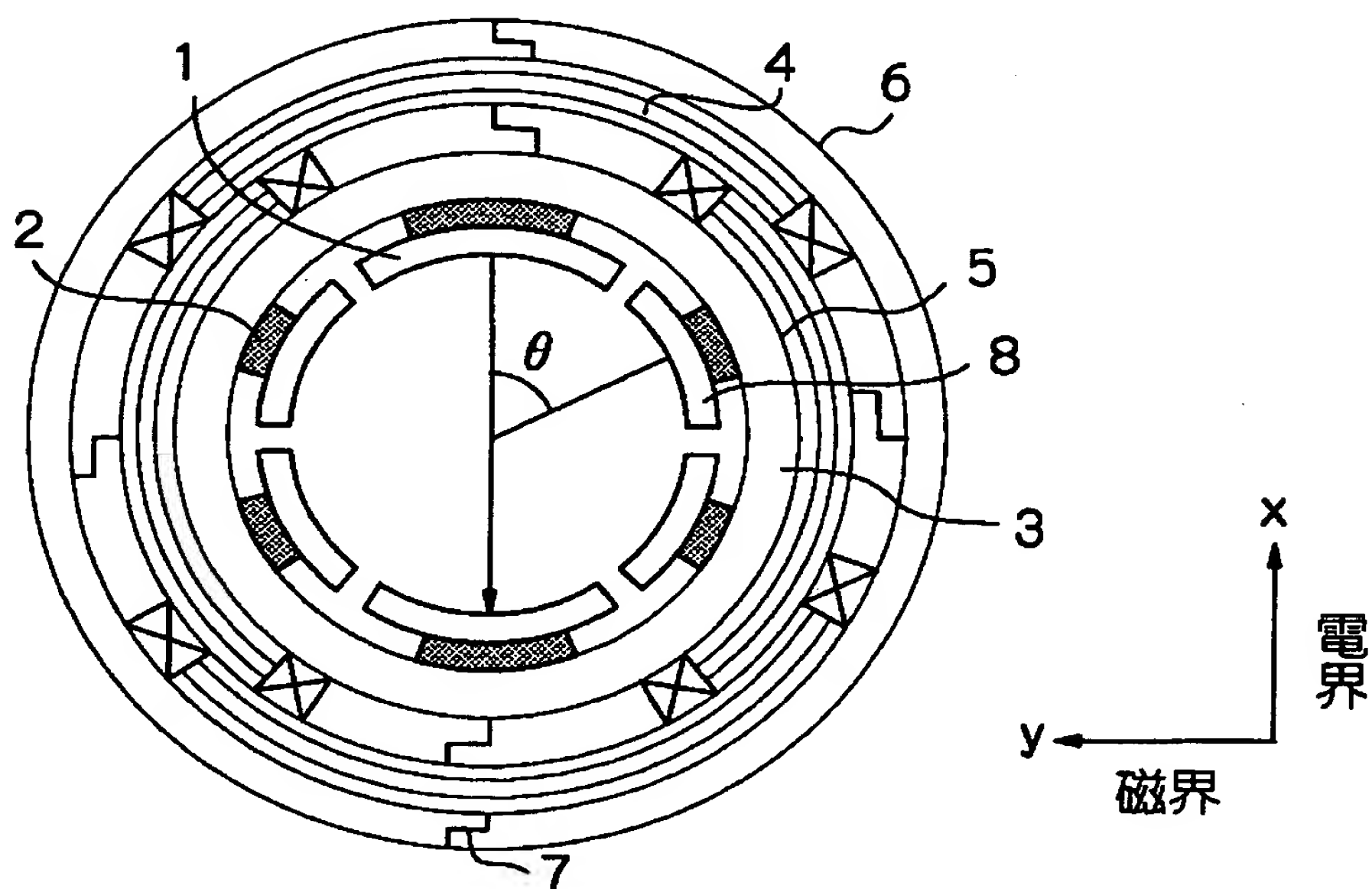
従来例の $E \times B$ エネルギー・フィルタの構成を示す説明図である。

【書類名】 図面

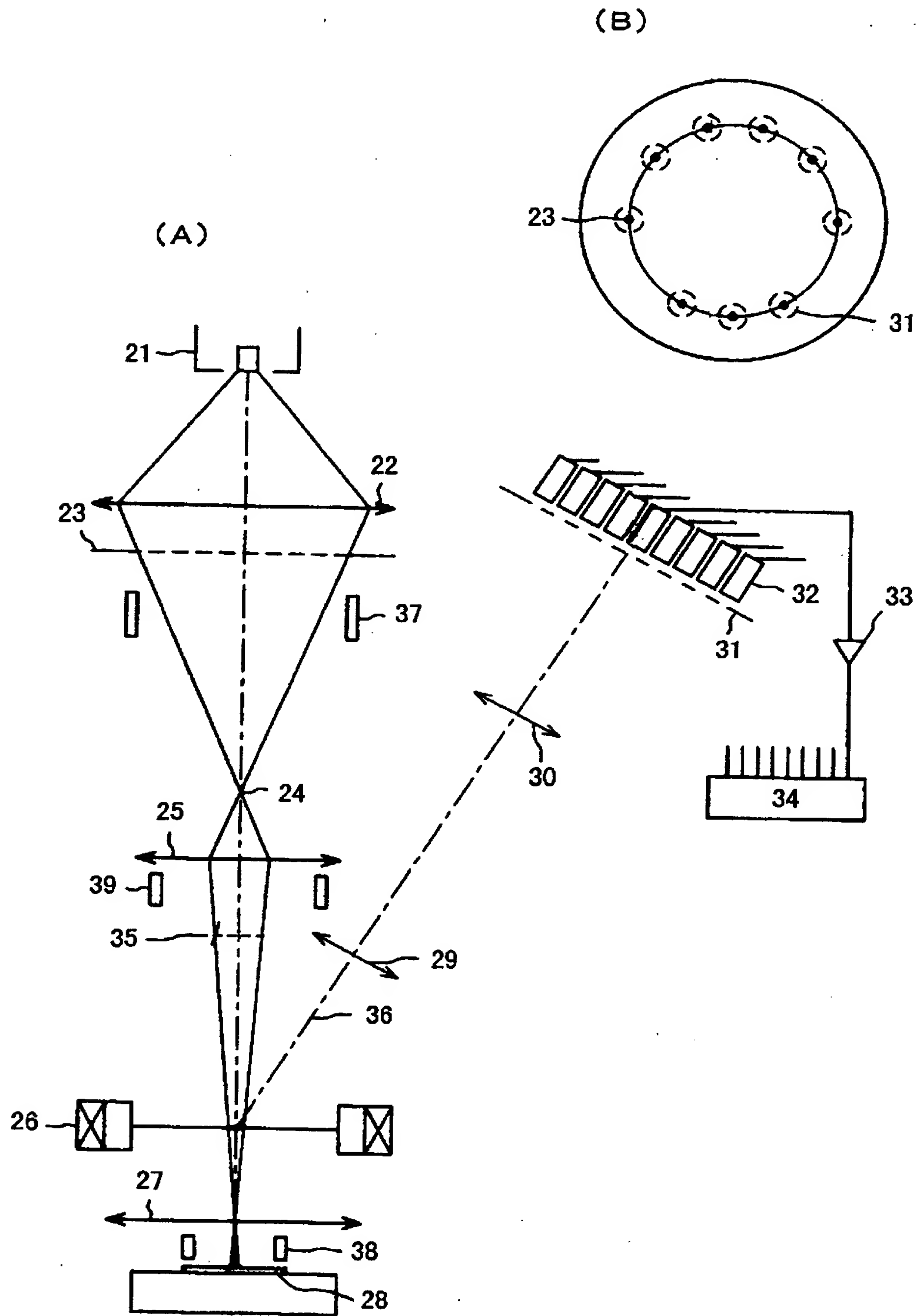
【図 1】



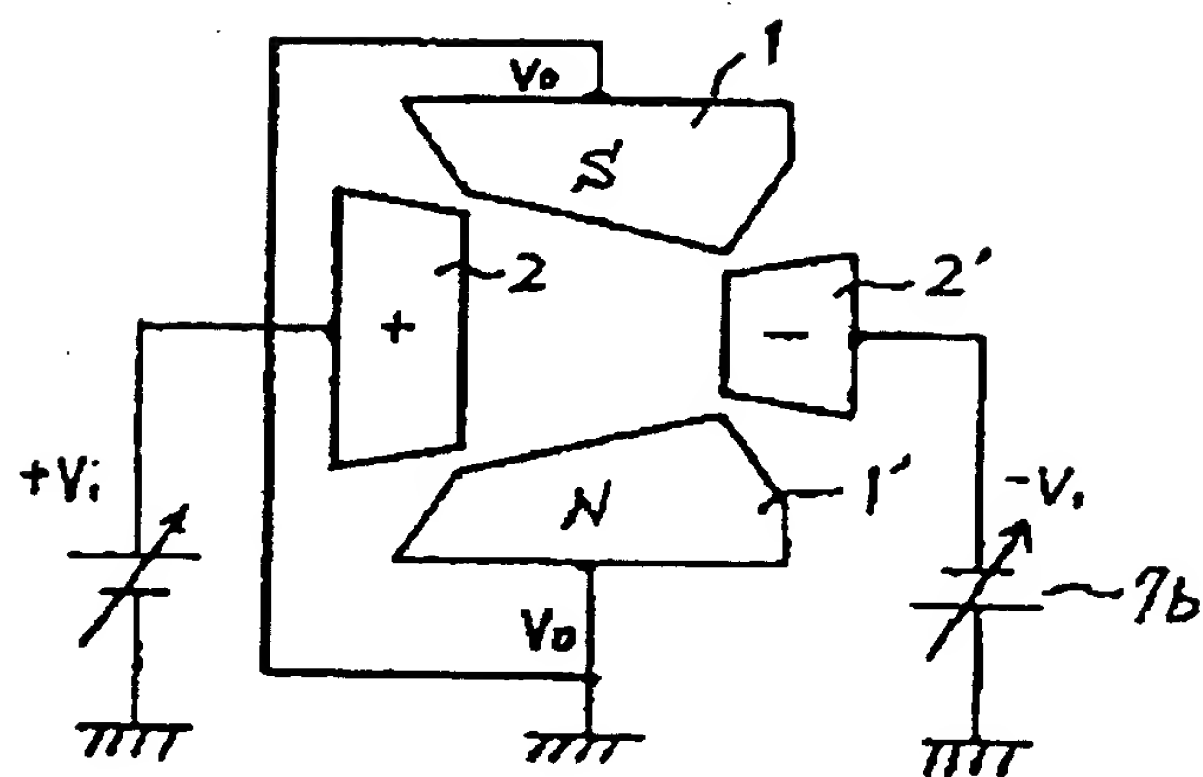
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁界及び電界の強度が一様な光軸の周りの領域を大きくする。

【解決手段】 $E \times B$ 分離器は、静電偏向器と電磁偏向器とからなる。静電偏向器は、電界を生成するための一対の平行な平板状の電極 1 が電極相互の間隔が電界と直交する電極の長さよりも短く設定されている。電磁偏向器は、静電偏向器と反対方向に電子ビームを偏向させるサドル型の 2 組の電磁コイル 4、5 で構成されている。これら 2 組の電磁コイル 4、5 は、電界及び磁界の両方向の磁界を発生させ 2 組のコイルに流す電流比を調整することにより、電磁偏向器による偏向方向が、静電偏向器による偏向方向と反対となるように調整可能である。電磁コイルは、ロイダル型コイルでもよい。静電偏向器を、少なくとも 6 極の電極を有し、回転可能な電界を生成するように構成しても良い。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名 株式会社荏原製作所